

SU 1118900

OCT 1984

Rock

LEEG ★ S03 85-114796/19 ★ SU 1118-900-A
 Determination of filtration coefft. of soil - by placing pore
 pressure sensor in soil before compression

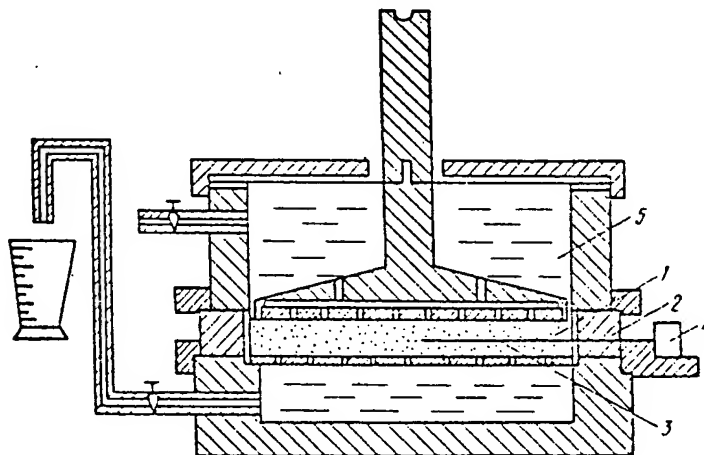
LENGD ENG CONS INST(VEDH) 19.08.83-SU-636046

(15.10.84) G01n-15/08

19.08.83 as 636046 (1503RB)

The test sample of soil (1) is placed in the central cell (2), the pore pressure needle sensor (3) is passed into the soil and the test sample of soil is preliminarily compressed. After deformation of the test sample has been stabilised for each degree of loading, the coefft. of filtration is determined. The upper cell (5) is filled with water and hydrostatic pressure is applied through it.

Simultaneously, the pore pressure is continually measured by



the sensor and recorded on a self-recorder. A graph is drawn, of the pore pressure of the sample against time, after preliminarily compressing the sample under a determined loading. The coefft. of filtration for the test sample is calculated by formula, using values taken from different sections of the graph.

USE - Determination of the physical-mechanical properties of soil, during construction of roads and airfield runways.
 Bul.38/15.10.84 (5pp Dwg.No.1/2)

N85-086081

S3-E14E S3-F6B

© 1985 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6645 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1118900** **A**

3 (5D) G 01 N 15/08

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3636046/18-25

(22) 19.08.83

(46) 15.10.84. Бюл. № 38

(72) А.В.Голли, О.Р.Голли,

Б.И.Далматов и О.А.Шулятьев

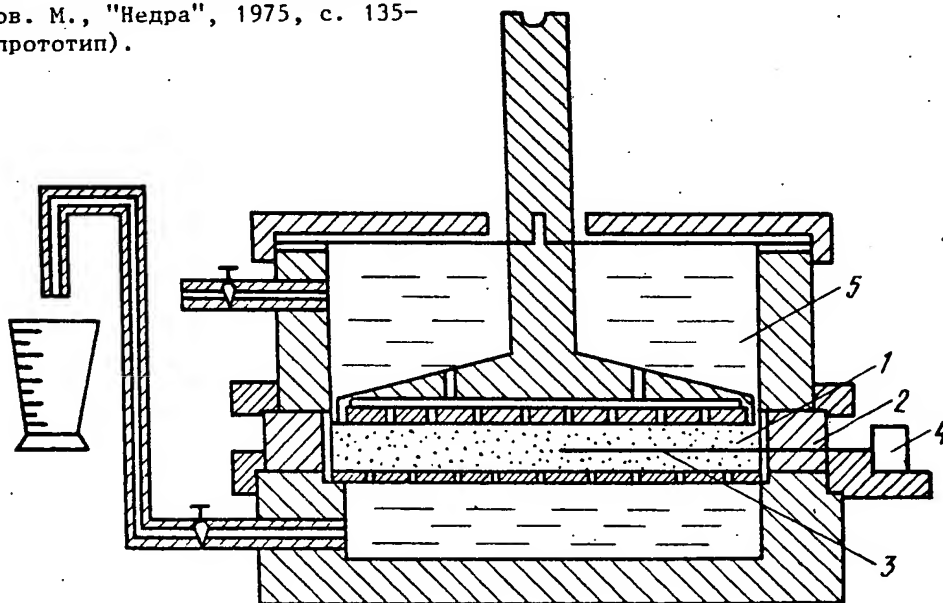
(71) Ленинградский ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительный институт и Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. В.Е.Веденеева

(53) 539.217(088.8)

(56) 1. Бульчев В.Г. Механика дисперсных грунтов. М., "Недра", 1974, с.63.

2. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. М., "Недра", 1975, с. 135-137 (прототип).

(54) (57) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА, заключающийся в приложении к образцу грунта гидростатического давления, отличающийся тем, что, с целью сокращения времени определения, перед приложением гидростатического давления в образце грунта размещают иглу датчика порового давления, и одновременно с приложением гидростатического давления регистрируют зависимость порового давления от времени, используя которую рассчитывают коэффициент фильтрации.



Фиг.1

08 **SU** (11) **1118900** **A**

Изобретение относится к фундаментостроению, в частности к способам определения физико-механических свойств грунта, и может быть использовано при строительстве дорог и аэродромных покрытий.

Известен способ определения коэффициента фильтрации при действии падающего напора, заключающийся в том, что образец грунта подвергается действию падающего напора за счет приложения гидростатического давления сверху образца, который вызывает процесс фильтрации жидкости через образец. Отфильтрованная жидкость отводится в мерный сосуд. Определяется момент начала установившегося процесса фильтрации, т.е. стабилизации скорости фильтрации. Затем по величине действующего напора, скорости фильтрации, высоте и площади поперечного сечения образца определяется коэффициент фильтрации [1].

Недостатки способа - его длительность, а также непостоянство напора.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является способ определения коэффициента фильтрации грунта, заключающийся в приложении к образцу грунта гидростатического давления. Перепад давления на образце поддерживают постоянным. После достижения стабилизации скорости фильтрации измеряют расход жидкости, на основании которого рассчитывают коэффициент фильтрации [2].

Недостаток известного способа - длительность измерений, обусловленная необходимостью достижения стационарного режима фильтрации. Длительная фильтрация может приводить также к испарению профильтровавшейся жидкости из мерного сосуда и к возможным механической и химической суффозиям грунта, что снижает точность определения.

Целью изобретения является сокращение времени определения.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу определения коэффициента фильтрации грунта, заключающемуся в приложении к образцу грунта гидростатического давления, перед приложением гидростатического давления в образце грунта размещают иглу датчика порового давления и одновременно с приложением гидростатического давления регистрируют зависимость порового давления от времени,

используя которую рассчитывают коэффициент фильтрации.

При действии напора за счет приложения гидростатического давления возникает фильтрация и повышается давление в поровой воде, а следовательно, сжимается газ, обычно присутствующий в грунте.

Сжатие газа происходит по закону Клапейрона-Менделеева. Полагая неизменяемость в процессе фильтрации за время Δt объема поры грунта, получаем, что изменение объема газа (ΔV_g) равно изменению объема воды в данной поре (ΔV_w):

$$\Delta V_g = \Delta V_w \quad (1)$$

Таким образом, исследуя скорость изменения порового давления во времени, можно определить скорость изменения объема воды.

Из закона Клапейрона-Менделеева получаем:

$$\frac{V_{gH} P_{gH}}{T_H} = \frac{V_{g1} P_{g1}}{T_1} = \frac{V_{g2} P_{g2}}{T_2},$$

где V_{gH} , V_{g1} , V_{g2} - начальный и последующие объемы газа;
 P_{gH} , P_{g1} , P_{g2} - начальное и последующие давления газа;

T_H , T_1 , T_2 - начальная и последующие температуры газа.

Принимая $T_H = T_1 = T_2$ (процесс изотермический), получим, что объем газа V_{g1} при давлении в газе P_{g1} равен:

$$V_{g1} = \frac{P_{gH} \cdot V_{gH}}{P_{g1}} \quad (1)$$

Аналогично

$$V_{g2} = \frac{P_{gH} \cdot V_{gH}}{P_{g2}}$$

Следовательно, изменение объема газа ΔV_g за время Δt равно:

$$\Delta V_g = V_{g1} - V_{g2} = \frac{V_{gH} \cdot P_{gH} (P_{g2} - P_{g1})}{P_{g1} P_{g2}} \quad (2)$$

С другой стороны, объем V_{w1} воды, профильтровавшейся в элементарный слой (в котором производится измерение порового давления) за время Δt равен, согласно закону Дарси:

$$V_{w1} = K_f \Delta t F \frac{\Delta P_1}{\Delta Z_1 \rho_w g} \quad (3)$$

где V_{w1} - объем воды, профильтровавшейся в рассматриваемый элементарный слой;

3
 Δt - время, за которое произошла фильтрация объема воды в рассматриваемый элементарный слой;

4
 F - площадь поперечного сечения образца, через который происходит процесс фильтрации;

где $P_{\text{верх}}$ - действующее гидростатическое давление сверху образца грунта;

$P_{\text{ср}}$ - среднее значение порового давления в рассматриваемой элементарной слое грунта за промежуток времени Δt ;

Z_1 - расстояние от верхней точки образца до входного отверстия иглы датчика порового давления;

ρ_b - плотность воды;

g - ускорение свободного падения;

K_f - коэффициент фильтрации.

Наряду с фильтрацией воды в элементарный исследуемый слой грунта происходит и инфильтрация воды из него.

Объем воды, инфильтрованной из данного слоя, равен:

$$V_{B2} = K_f \Delta t F \frac{\Delta P_2}{Z_2 \rho_b g} \quad (4)$$

где Δt - время, за которое произошла инфильтрация воды объема V_{B2} из рассматриваемого слоя;

$P_{\text{нижн}}$ - гидростатическое давление в нижней точке образца;

Z_2 - расстояние от низа образца грунта до входного отверстия иглы датчика порового давления.

Таким образом, изменение объема воды равно:

$$\Delta V_B = V_{B1} - V_{B2} = K_f \Delta t F \left(\frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right) \quad (5)$$

Сопоставляя выражения (1), (2), (4), получим:

$$\frac{V_{\text{гн}} P_{\text{гн}} (P_{\text{г2}} - P_{\text{г1}})}{P_{\text{г1}} P_{\text{г2}}} = K_f \Delta t F \left(\frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right) \frac{1}{\rho_b g}$$

или

$$K_f = \frac{P_{\text{гн}} V_{\text{гн}} (P_{\text{г2}} - P_{\text{г1}}) \rho_b g}{P_{\text{г1}} P_{\text{г2}} \Delta t F \left(\frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right)}$$

1118900

Начальное давление газа вычисляется по уравнению Лапласа:

$$P_{\text{нг}} = P_{\text{ат}} + P_w - P_{\text{н.п.}} + \frac{2\alpha}{R_0}$$

где $P_{\text{ат}}$ - атмосферное давление;

$P_{\text{н.п.}}$ - давление насыщенного пара;

P_w - избыточное давление в поровой воде;

$\frac{2\alpha}{R_0}$ - поверхностное натяжение воды. Оценки показывают, что величина

ми $P_{\text{н.п.}}$ и $\frac{2\alpha}{R_0}$ можно пренебречь. Тогда изменение давления газа равно изменению

давления в поровой воде ($\Delta P_g = \Delta P_B$). Обозначим отношение начального объема газа к начальному объему всего образца грунта через S (относительный начальный объем газа в образце грунта), т.е.

$$S = \frac{V_{\text{гн}}}{V_{\text{н.обр}}}$$

Начальный объем образца грунта равен:

$$V_{\text{н.обр}} = Fh,$$

где F - площадь поперечного сечения образца грунта;

h - высота образца грунта.

Следовательно,

$$K_f = \frac{\Delta P_B S P_{\text{гн}} \rho_b g}{\Delta t P_1 P_2 \left(\frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right)} \quad (6)$$

Таким образом, по скорости изменения порового давления по формуле (6) определяют коэффициент фильтрации.

В таблице представлены результаты определения коэффициента фильтрации.

На фиг. 1 схематически представлено устройство, реализующее предлагаемый способ; на фиг. 2 - зависимость изменения порового давления во времени.

Примечание. Проводилось определение коэффициента фильтрации водонасыщенного глинистого грунта, имеющего следующие характеристики:

Влажность W	0,34
Удельная вес γ , кН/м ³	17,3
Коэффициент пористости e	0,96
Степень водонасыщения G	0,945

Начальный относитель-
ный объем газа S 0,026
Высота образца h , см 3,5
Площадь поперечного
сечения образца F , см² 150
Плотность воды ρ_b ,
кг/см³ 10^3

Игла внедрена так, что ее входное
отверстие находится на расстоянии
 $Z_1 = 2,1$ см от верха образца и
 $Z_2 = 1,4$ см от низа образца.

Определение коэффициента фильтра-
ции проводилось на гидрокомпрессион-
ном приборе, изображенном на фиг. 1.
Сразу после установки исследуемого
образца грунта 1 в среднюю камеру 2
в него внедрялась игла 3 датчика по-
рового давления 4 и производились ком-
прессионные испытания образца грунта.
После стабилизации деформации грунта 20
от каждой ступени нагрузки произво-
дилось определение коэффициента филь-
трации как предлагаемым, так и извест-
ным способами. Для этого в верхнюю
камеру 5, предварительно заполненную
водой, подавалось гидростатическое
давление. Одновременно с этим непре-

рывно определялось поровое давление.
Запись значений порового давления,
определяемого с помощью датчика поро-
вого давления, осуществлялась само-
писцем. Одна из полученных кривых
изменения порового давления P во вре-
мени t после предварительного уплот-
нения образца грунта под поршневой
нагрузкой 0,12 МПа и при приложении
к образцу сверху гидростатического
давления 0,02 МПа представлена на
фиг. 2.

По полученной кривой, используя
формулу (6), было определено пять
значений коэффициента фильтрации для
различных участков кривой. Значения
порового давления и определенный по
ним коэффициент фильтрации приведе-
ны в таблице.

За первый расчетный промежуток
времени $\Delta t = 1$ мин произошло измене-
ние порового давления с $P_1 = 0,1025$ МПа
до $P_2 = 0,1036$ МПа, т.е. $\Delta P =$
0,0011 МПа, $P_f = 0,1031$ МПа (см.
табл. и фиг. 2).

Таким образом, K_f согласно фор-
муле (6) равен:

$$K_f = \frac{0,0011 \cdot 0,026 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{1,60 \cdot 0,1025 \cdot 0,1036 \left(\frac{0,12 - 0,1030}{2,1} \right) - \frac{0,103}{1,4}} = 2,8 \cdot 10^{-9} \text{ (м/сек)},$$

Аналогичным образом находятся ос-
тальные значения K_f . По полученным
пяти значениям K_f находится его сред-
неарифметическое значение.

Таким образом, для определения
коэффициента фильтрации предложенным
способом потребовалось 7,5 мин.

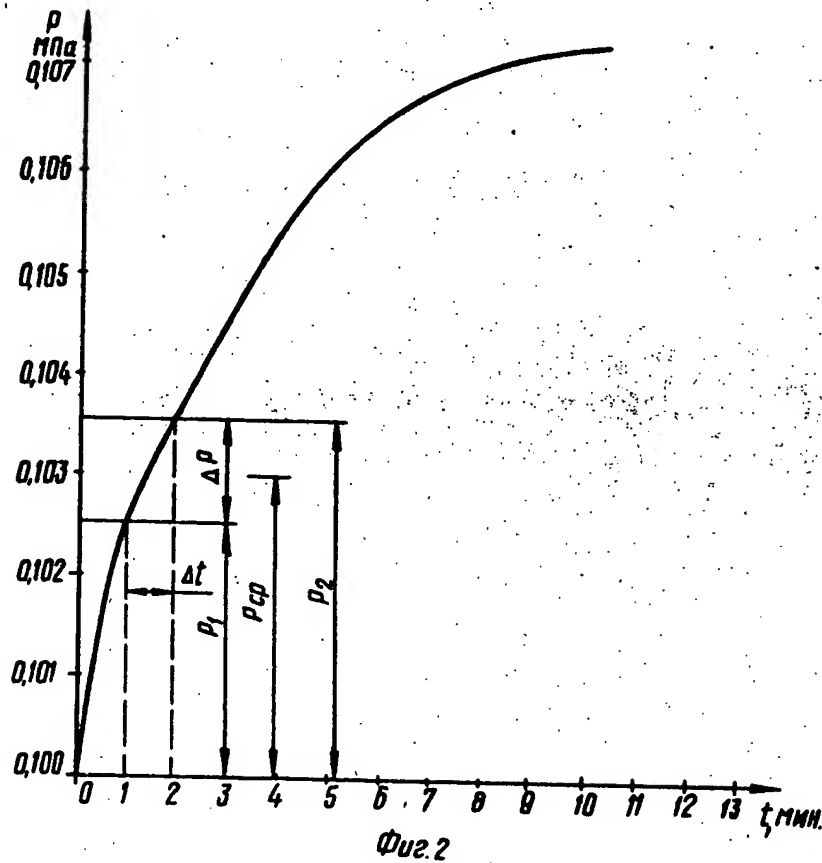
После стабилизации процесса филь-
трации, что было зафиксировано через
12 ч, были проведены контрольные заме-
ры расходы воды и определен K_f спосо-
бом-прототипом, значение которого

соответствовало значению, полученную
предлагаемым способом, однако время
определения возросло более чем в
100 раз.

Необходимо отметить, что для при-
менения предлагаемого способа не тре-
буется изготовления специального обо-
рудования. Способ можно применять
при проведении испытаний в любом
фильтрационном или гидрокомпрессион-
ном приборе, имеющем датчик порового
давления.

Время t от момента приложения гидростати- ческого дав- ления, мин	Значение порового давления в момент времени t , МПа	Промежуток времени Δt , мин	Изменение порового давления ΔP , МПа	Среднее значение порового давления P_{cp} , МПа	Коэффициент фильтрации $K_f \cdot 10^9$ м/сек	Среднее значение K_f , 10^9 м/сек
1	2	3	4	5	6	7
1,0	0,1025	1,0	0,0011	0,1031	2,8	
2,0	0,1036	1,0	0,0010	0,1041	3,3	3,3 ± 0,5
3,0	0,1046	1,0	0,0009	0,1051	3,8	
4,0	0,1055	1,0	0,0006	0,1058	3,5	

7		1118900			8	
Продолжение таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
5,0	0,1061	2,5	0,0009	0,1066	3,2	
7,5	0,1070					



Составитель А. Кошеев
 Редактор М. Циткина Техред Т. Фанта Корректор М. Максимович

Заказ 7443/30 Тираж 822 Подписное
 ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)